

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-205554  
(P2001-205554A)

(43) 公開日 平成13年7月31日 (2001.7.31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データベース (参考)
B 2 4 B 37/00		B 2 4 B 37/00	H 3 C 0 5 8
H 0 1 L 21/304	6 2 2	H 0 1 L 21/304	6 2 2 F

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-16951(P2000-16951)

(22) 出願日 平成12年1月26日 (2000.1.26)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 福島 大

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 矢野 博之

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

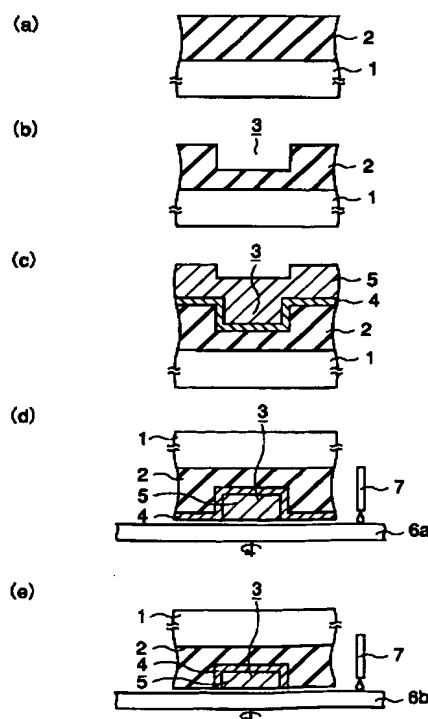
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 パッド材料に疎水性の材料が用いられていることから、研磨パッドとスラリとの馴染みは悪いものとなり、研磨パッドと砥粒との間の物理的な吸着力は弱くなる。その結果、研磨パッドに保持されなくなる砥粒が多くなり、研磨に有効な砥粒の数が減少するので、十分な研磨速度が得られない。

【解決手段】 スラリ中の砥粒に対して適切な官能基を選ぶことによって研磨パッドに起因する研磨特性の劣化を防止できる。例えばスラリ中の砥粒が正に帯電する場合、負に帯電する官能基を選べば砥粒が官能基に電氣的に吸着し、研磨パッドの保持力が高くなり、その結果として研磨速度の低下および I D - ジョンの発生を抑制できる。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】表面に複数の官能基を有する研磨パッドと、  
前記研磨パッドの表面に砥粒を含むスラリを供給するスラリ供給手段とを具備してなることを特徴とする研磨装置。

【請求項2】前記スラリ中に浮遊砥粒が実質的に存在しなくなるように、前記研磨パッドの表面における前記複数の官能基の密度が選ばれていることを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

【請求項3】前記複数の官能基は、前記砥粒と反対に帯電していることを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

【請求項4】前記複数の官能基は、マイナスに帯電した複数の官能基と、プラスに帯電した複数の官能基とからなることを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

【請求項5】前記複数の官能基は、アニオン系、カチオン系、両性系および非イオン系の少なくとも一種の官能基を含むことを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

【請求項6】前記アニオン系の官能基はスルホン酸型、カルボン酸型、硫酸エステル型およびリン酸エステル型の少なくとも一種の官能基を含み、前記カチオン系の官能基はアミン塩型および第4級アンモニウム塩型の少なくとも一種の官能基を含み、前記両性系の官能基はカルボキシペタイン型およびグリシン型の少なくとも一種の官能基を含み、前記非イオン系の官能基はエーテル型、エステル型およびアルカノールアミド型の少なくとも一種の官能基を含むことを特徴とする請求項5に記載の研磨装置。

【請求項7】前記砥粒は、酸化アルミニウム、シリカ、ベンガラ、セリア、カーボンもしくは二酸化マンガ、またはこれらの中から選ばれた複数の物質の混合物を含むことを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

【請求項8】前記研磨パッドと接触する被研磨面は、アルミニウム、銅、タングステン、チタン、ニオブ、タンタル、銀、バナジウム、ルテニウムもしくはプラチナ、またはその酸化物、窒化物、ホウ化物もしくは合金からなる面、またはこれらの中から選ばれた複数の面であることを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造に使用される研磨装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、半導体装置の製造分野において、半導体素子の微細化、半導体装置の高集積化に伴い、種々の微細加工技術が開発されている。その中でも、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 技術は、埋込み金属配線、埋込み素子分離等の埋込み構造を形成するために欠かすことのできない必須の要素技術になってい

る。

【0003】CMPによって表面に凹凸を有する被研磨面を平坦化する場合、研磨速度はCMP装置の研磨パッドの表面状態の影響を受ける。従来は、研磨パッドの表面形状を工夫し、研磨パッドの表面にスラリ中の砥粒が十分に保持されるようにしている。

【0004】しかし、パッド材料に疎水性の材料が用いられていることから、研磨パッドとスラリとの馴染みは悪いものとなり、研磨パッドと砥粒との間の物理的な吸着力は弱くなる。その結果、研磨パッドに保持されなくなる砥粒（浮遊砥粒）が多くなり、研磨に有効な砥粒の数が減少するので、十分な研磨速度は得られにくい。

【0005】また、浮遊砥粒の増加は、エロージョンの抑制を困難なものとする。特に、現在のダマシン配線プロセスにおいては、配線抵抗の増加および配線抵抗のバラツキを抑制し、多層配線の加工を容易にするために、エロージョンを小さく抑えることが最も重要な課題の一つとなっているため、浮遊砥粒の増加は大きな問題となる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述の如く、従来のCMP装置は、研磨パッドの砥粒の保持力が弱く、研磨に有効な砥粒の数が減少し、その結果として十分な研磨速度を得ることが困難になったり、エロージョンを抑制することが困難になるという問題があった。

【0007】本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、研磨パッドが原因となって起こる研磨特性の劣化を防止できる研磨装置を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば下記の通りである。すなわち、上記課題を解決するために、本発明に係る研磨装置は、表面に複数の官能基を有する研磨パッドと、前記研磨パッドの表面に砥粒を含むスラリを供給するスラリ供給手段とを備えていることを特徴する。

【0009】このような構成であれば、スラリ中の砥粒に対して適切な官能基を選ぶことによって、研磨パッドに起因する研磨特性の劣化を防止できる。例えば、スラリ中の砥粒が正に帯電する場合、負に帯電する官能基を選べば、砥粒が官能基に電気的に吸着し、研磨パッドの砥粒の保持力が高くなり、その結果として研磨速度の低下およびエロージョンの発生を抑制できるようになる。

【0010】本発明の上記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記載および添付図面によって明らかになるであろう。

## 【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態（以下、実施形態という）を説明する。

(3)

3

【0012】（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態に係るCuダマシン配線の形成方法を示す工程断面図である。

【0013】まず、図1（a）に示すように、素子（不図示）が集積形成されたSi基板1上に層間絶縁膜2を堆積する。

【0014】次に図1（b）に示すように、層間絶縁膜2の表面に深さ400nmの配線溝3をフォトリソグラフィとエッチング（例えばRIE：Reactive Ion Etching）を用いて形成する。

【0015】次に図1（c）に示すように、配線溝3の表面（底面および側面）を被覆するように、バリア金属膜としての厚さ20nmのTa<sub>2</sub>N膜4をスパッタリング法を用いて全面に堆積し、続いてスパッタリング法を用いて配線溝3を埋め込むように、配線としての厚さ800nmのCu膜5を全面に堆積する。

【0016】次に図1（d）に示すように、表面にアニオン系官能基を有し、回転可能な研磨パッド6a、pHが8.5の過硫酸アンモン、キナリジン酸、アルミナ系スラリーを被研磨面に供給するスラリー供給管7を備えたCMP装置を用いて、配線溝3の外部の不要なCu膜5を除去する（ファーストステップポリッシュ）。本CMPの他の条件は以下の通りである。すなわち、TR（Top Ring）／TT（Turn Table）比は60／100、研磨時間は2分間である。

【0017】ここで、図2に示すように、スラリー中のアルミナ（砥粒）はプラスに帯電し、パッド表面のアニオン系官能基はマイナスに帯電しているため、スラリー中のアルミナは電気的な引力によってパッド表面のアニオン系官能基に吸着する。

【0018】その結果、研磨パッド6aのアルミナ（砥粒）の保持力が高くなり、図3に示すように、従来に比べて、研磨に有効なアルミナ（砥粒）の数および研磨速度は増加する。

【0019】研磨パッド6aに保持されないアルミナ（浮遊砥粒）は、Cu膜5の凹部に溜まって凹部の研磨速度を上昇させるため、段差の解消を妨げる。すなわち、エロージョンの抑制を妨げる。

【0020】しかし、本発明によれば、図4に示すように、従来に比べて、研磨に有効な砥粒の数が増加し、浮遊砥粒の数が減少するので、エロージョンを抑制することができる。このような効果は、パッド表面にアニオン系官能基およびカチオン系官能基が混在しても期待できるが、十分な効果を期待するためには、パッド表面におけるアニオン系官能基／カチオン系官能基の比は大きい方が好ましい。

【0021】最後に、図1（e）に示すように、研磨パッド6aの代わりに表面にカチオン系官能基を有する研磨パッド6b、pHが10.5のエチレンジアミン、シリカ系スラリーを用いたCMPによって、配線溝3の外部

4

の不要なTa<sub>2</sub>N膜4および配線溝3上の不要なCu膜5を除去して（セカンドステップポリッシュ）、Cuダマシン配線が完成する。このとき、オーバーポリッシングにより層間絶縁膜2も研磨される。

【0022】本CMPの他の条件は以下の通りである。すなわち、TR（Top Ring）／TT（Turn Table）比は50／50、研磨時間は1分間である。

【0023】ここで、図5に示すように、スラリー中のシリカ（砥粒）はマイナスに帯電し、パッド表面のカチオン系官能基はプラスに帯電しているため、スラリー中のシリカは電気的な引力によってパッド表面のカチオン系官能基に吸着する。

【0024】その結果、ファーストステップポリッシュの場合と同様、研磨パッド6bの砥粒の保持力が高くなるので、研磨速度の増加およびエロージョンの抑制を図ることができる。

【0025】なお、セカンドステップポリッシュは、ファーストステップポリッシュに比べて、浮遊砥粒に起因するエロージョンが増大しやすい。その理由は以下の通りである。

【0026】セカンドステップポリッシュでは、Ta<sub>2</sub>N膜4、Cu膜5、層間絶縁膜2が研磨の対象となる。このように複数の異なる膜が被研磨膜として混在する場合、図6に示すように、浮遊砥粒は特定の被研磨膜（層間絶縁膜2）上に集中する。すなわち、被研磨対象によって砥粒集中の度合いが異なってしまう。その結果、被研磨対象の対称性の違いによって研磨速度に差が出て期待した研磨速度の選択比（選択比の制御）を実現できなくなり、浮遊砥粒に起因するエロージョンが増大しやすくなる。

【0027】なお、本実施形態では、いわゆるシングルダマシン配線の場合について説明したが、本発明はプラグと配線を同時に形成するデュアルダマシン配線にも適用できる。さらに、本実施形態では、配線材料としてCuを使用した場合について説明したが、本発明はAl等の他の配線材料を使用した場合に適用できる。

【0028】（第2の実施形態）本実施形態では、パッド表面の官能基を利用した研磨パッドのコンディショニングについて説明する。

【0029】一般に、研磨（CMP）が進行すると、パッド表面の形状が変化し、研磨パッドの砥粒の保持能力が低下する。したがって、研磨の進行に伴って研磨速度は低下する。

【0030】しかし、パッド表面に実質的にアニオン系官能基のみを有する研磨パッドまたは実質的にカチオン系官能基のみを有する研磨パッドを用いると、言い換えれば同一極性の官能基のみを有する研磨パッドを用いると、図7に示すように、官能基が互いに電気的な反発を起こすため、パッド表面の形態を維持することが可能となる。

(4)

5

【0031】すなわち、同一極性の官能基のみを有する研磨パッドはそれ自身でコンディショニングを行える。その結果、本発明によれば、図8に示すように、従来に比べて、速い研磨速度を長時間維持できるようになる。これにより、セカンドステップポリッシュを行わず、ファーストステップポリッシュでプロセスを終えることが可能となる。このとき、無論、スクラッチも生じない。

【0032】また、ウェハ間で行うコンディショニングにアルカリ性の薬液（pH12）を用いれば、研磨パッドに吸着した削りかすおよび砥粒は官能基と同じ極性に帯電する。その結果、研磨パッドに吸着した削りかすおよび砥粒は官能基と互いに反発し合うので、これらの削りかすおよび砥粒をより効果的に除去できるようになる。

【0033】（第3の実施形態）本実施形態では、パッド表面の官能基を利用した他のエロージョン抑制方法について説明する。

【0034】研磨パッドを硬くすれば、エロージョンを抑制できるが、スクラッチが増加してしまう。逆に、研磨パッドを柔らかくすれば、スクラッチを抑制できるが、エロージョンが増大してしまう。

【0035】本実施形態では、エロージョンおよびスクラッチを抑制するために、パッド表面にアニオン系官能基およびカチオン系官能基を有する研磨パッドを用いる。

【0036】このような研磨パッドを用いれば、図9に示すように、アニオン系官能基とカチオン系官能基との間に電気的な引力が働くことになる。その結果、パッド表面の研磨布が絡み合って、適切な硬さを有する研磨パッド、すなわちエロージョンおよびスクラッチを抑制できる程度の硬さの研磨パッドが得られる。また、研磨布が絡み合うことによって、研磨布の厚さは薄くなる。

【0037】以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、適切な官能基を用いることでエロージョンを抑制する例について説明したが、同じ官能基を用いた研磨パッドでも、パッド表面における官能基の密度を高くすることで、図10に示すように、エロージョンを十分に抑制できるようになる。これは、官能基密度を高くすることで、スラリ中に浮遊砥粒が実質的に存在しなくなるからだと考えられる。

【0038】また、官能基としてはアニオン系、カチオン系のもののほかに、両性系または非イオン系のもの、さらにはこれらの少なくとも一種の官能基を含むものが使用可能である。

【0039】ここで、アニオン系の官能基は、例えばスルホン酸型、カルボン酸型、硫酸エステル型およびリン酸エステル型の少なくとも一種の官能基を含むもの、カチオン系の官能基は例えばアミン塩型および第4級アンモニウム塩型の少なくとも一種の官能基を含むもの、両

6

性系の官能基は例えばカルボキシベタイン型およびグリシン型の少なくとも一種の官能基を含むもの、非イオン系の官能基は例えばエーテル型、エステル型およびアルカノールアミド型の少なくとも一種の官能基を含むものである。

【0040】また、本発明において使用可能な代表的なスラリを前述したものを含めてまとめて列举すると、酸化アルミニウム、シリカ、ベンガラ、セリア、カーボンもしくは二酸化マンガ、またはこれらの中から選ばれた複数の物質の混合物を含むものである。同様に、研磨パッドと接触する被研磨面を前述したものを含めてまとめて列举すると、アルミニウム、銅、タングステン、チタン、ニオブ、タンタル、銀、バナジウム、ルテニウムもしくはプラチナ、またはその酸化物、窒化物、ホウ化物もしくは合金からなる面、またはこれらの中から選ばれた複数の面である。

【0041】また、上記実施形態では、本発明のCMP装置をダマシン配線（埋込み金属配線）の形成プロセスに用いた場合について説明したが、STI（Shallow Trench Isolation）における埋込み素子分離構造など他の埋込み構造の形成プロセスにも用いることができる。

【0042】その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施できる。

【0043】

【発明の効果】以上詳説したように本発明によれば、スラリ中の砥粒に対して適切な官能基を選ぶことによって、研磨パッドに起因する研磨特性の劣化を防止できる研磨装置を実現できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係るCuダマシン配線の形成方法を示す工程断面図

【図2】第1の実施形態で使用する研磨パッドのアルミナを含むスラリ中での表面状態を示す模式図

【図3】本発明の研磨速度に関する効果を説明するための図

【図4】本発明のエロージョンに関する効果を説明するための図

【図5】第1の実施形態の研磨パッドのシリカを含むスラリ中での表面状態を示す模式図

【図6】セカンドステップポリッシュにおける問題点を説明するための断面図

【図7】第2の実施形態で使用する研磨パッドのスラリ中での表面状態を示す模式図

【図8】本発明の研磨速度の時間依存性に関する効果を説明するための図

【図9】第3の実施形態で使用する研磨パッドのスラリ中での表面状態を示す模式図

【図10】エロージョンの官能基密度依存性を示す図

【符号の説明】

1…Si基板

(5)

8

2…層間絶縁膜

3…配線溝

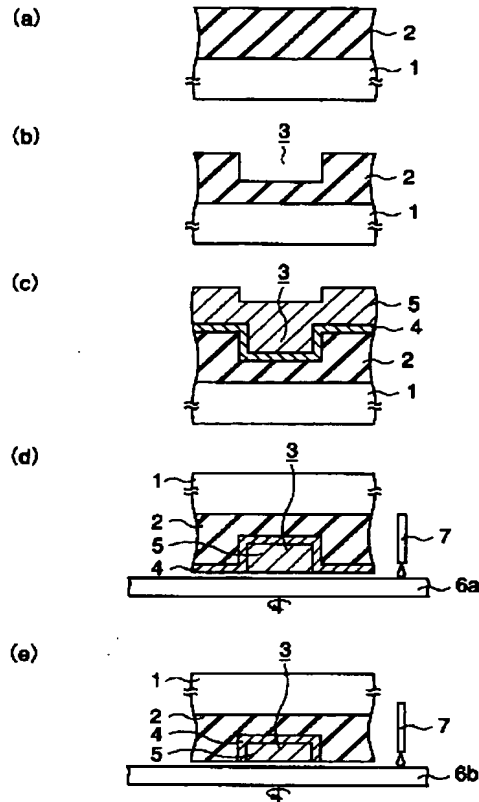
4…TaN膜 (バリアメタル膜)

5…配線 (Cu膜)

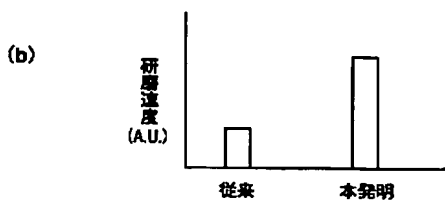
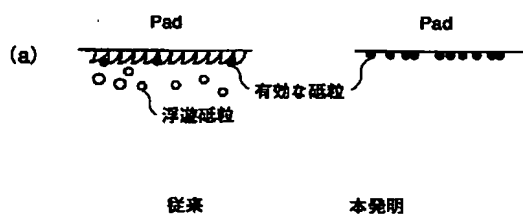
6a, 6b…研磨パッド

7…スラリー供給管 (スラリー供給手段)

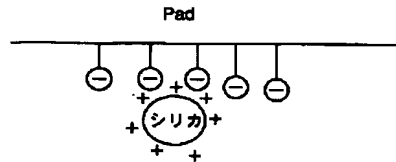
【図1】



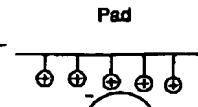
【図3】



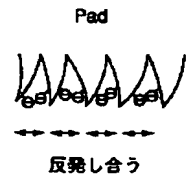
【図2】



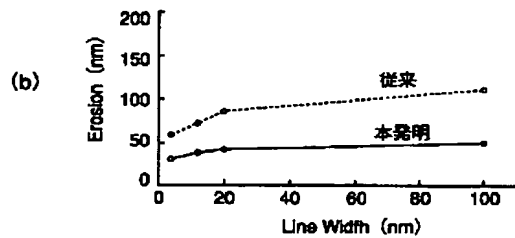
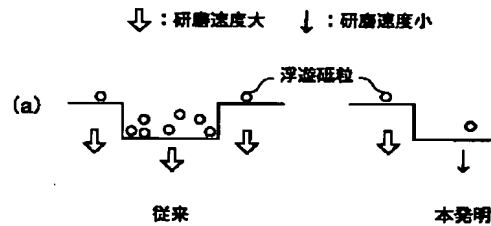
【図5】



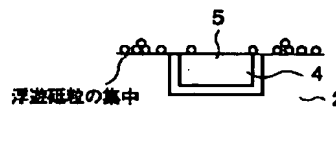
【図7】



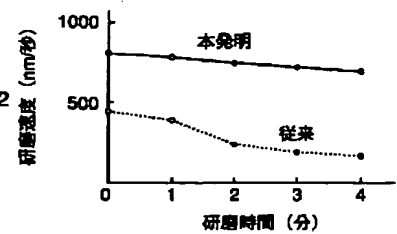
【図4】



【図6】



【図8】



【図10】



官能 度 [A.U.]

(6)

フロントページの続き

(72)発明者 南幅 学

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

Fターム(参考) 3C058 AA07 AA09 AC04 CB03 DA02  
DA17